

УДК 630. 181. 22. +630. 181. 65.

**А.А. Григорьев\***,  
**П.А. Моисеев\*\***,  
**З.Я. Нагимов\***  
(А.А. Grigoriev,  
Р.А. Moiseev,  
Z.J. Nagimov)

(\*Уральский государственный лесотехнический университет)

(\*\*Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург)



Григорьев Андрей Андреевич родился в 1986 г. В 2009 г. окончил лесохозяйственный факультет Уральского государственного лесотехнического университета. В настоящее время является аспирантом 2-го года обучения. Автор 7 печатных работ, посвященных исследованиям реакции высокогорных лесных экосистем на изменение климата.



Моисеев Павел Александрович родился в 1967 г. В 1991 г. закончил биологический факультет Уральского государственного университета. В 2001 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук. В настоящее время является старшим научным сотрудником лаборатории дендрохронологии института экологии растений и животных УрО РАН. Основные научные интересы: экология, геоботаника, изменение климата, верхняя граница леса.



Нагимов Зуфар Ягфарович родился в 1956 г. В 1979 г. окончил Уральский лесотехнический институт. В 1984 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. В 2000 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Заведует кафедрой лесоустройства и лесной таксации УГЛТУ. Опубликовал более 200 работ, включая 7 учебных пособий и 6 монографий

**ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ДИНАМИКУ  
ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
В ГОРАХ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА  
(НА ПРИМЕРЕ ХРЕБТА САБЛЯ)  
(INFLUENCE OF CLIMATE CHANGES ON TREELINE  
ECOTONE DYNAMICS IN THE SUBPOLAR  
URAL MOUNTAINS  
(FOR INSTANCE RIDGE SABL'YA))**

*С использованием фотоснимков, сделанных в разное время с одних и тех же точек, выявлено изменение высотного положения верхней границы древесной растительности на фоне меняющихся климатических условий.*

*Utilization of the photographs made at various times from the same points, alteration of high-altitude situation of upper bound of a forest cover against varying environmental conditions is determined.*

В последние десятилетия значительно вырос интерес научной общественности к изучению высокогорных экосистем, в частности верхней границы древесной растительности. Это связано с тем, что лесные сообщества на верхнем пределе своего произрастания находятся в нестабильных и экстремальных условиях среды и подвержены значительным изменениям на фоне меняющихся климатических условий.

В настоящей работе проведена оценка изменений, произошедших во второй половине XX века на верхней границе древесной растительности в горах Приполярного Урала с помощью фотоснимков, сделанных с одних и тех же точек в разное время. Данный метод применяется редко, что связано с плохой сохранностью старых снимков и трудностью нахождения прежних точек и времени съемки (Шиятов, 2009б). Однако в высокогорных районах использование этого способа перспективно, так как можно сравнительно легко определить точку съемки благодаря многоплановости снимков и хорошо заметным ориентирам (Горчаковский, Шиятов, 1985). Достоинствами этого метода являются: 1) наглядность информации, получаемой с поверхности земли; 2) получение качественной и количественной информации о составе, структуре и пространственном положении древостоев и сообществ крупных кустарников; 3) возможность получения сравнительной информации для больших участков земной поверхности (на удалении до 5-7 км). Разновременные ландшафтные фотоснимки являются одними из лучших средств документирования изменений во времени и пространстве достаточно крупных наземных объектов, в частности, древесной и кустарниковой растительности (Шиятов, 2009а).

Повторное фотографирование производилось в 2010 г. на местности с тех же точек, с которых были сделаны снимки 1954 г. П.Л. Горчаковским в районе хр. Сабля (Приполярный Урал). Годы съемки указаны в верхней части фотоснимков.

Рис. 1. Ландшафтные фотографии сделаны на Аранецком перевале с правого берега р. Лунвож-Сыня, в 500 м от туристической базы национального парка Югыд-Ва. На переднем плане видна ложбина из зарослей травянистой растительности и ивняка, за которой расположен западный склон сопки высотой 464,0 м. Слева на заднем плане – сопка 477,0 м, а справа – с отметкой 543,8 м н.ур.м. Сравнение изображений на этих фотоснимках свидетельствует о существенном увеличении площади, занятой лиственным древостоем. Если в 1954 г. на вершине и склоне сопки вы-

сотой 464,0 м н.ур.м. практически отсутствовали деревья (она подвержена воздействию сильных ветров с запада), то к 2010 г. она уже вся была покрыта сомкнувшимся древостоем лиственницы.

Обращает на себя внимание значительное увеличение густоты и высоты деревьев лиственницы у подножья сопки.

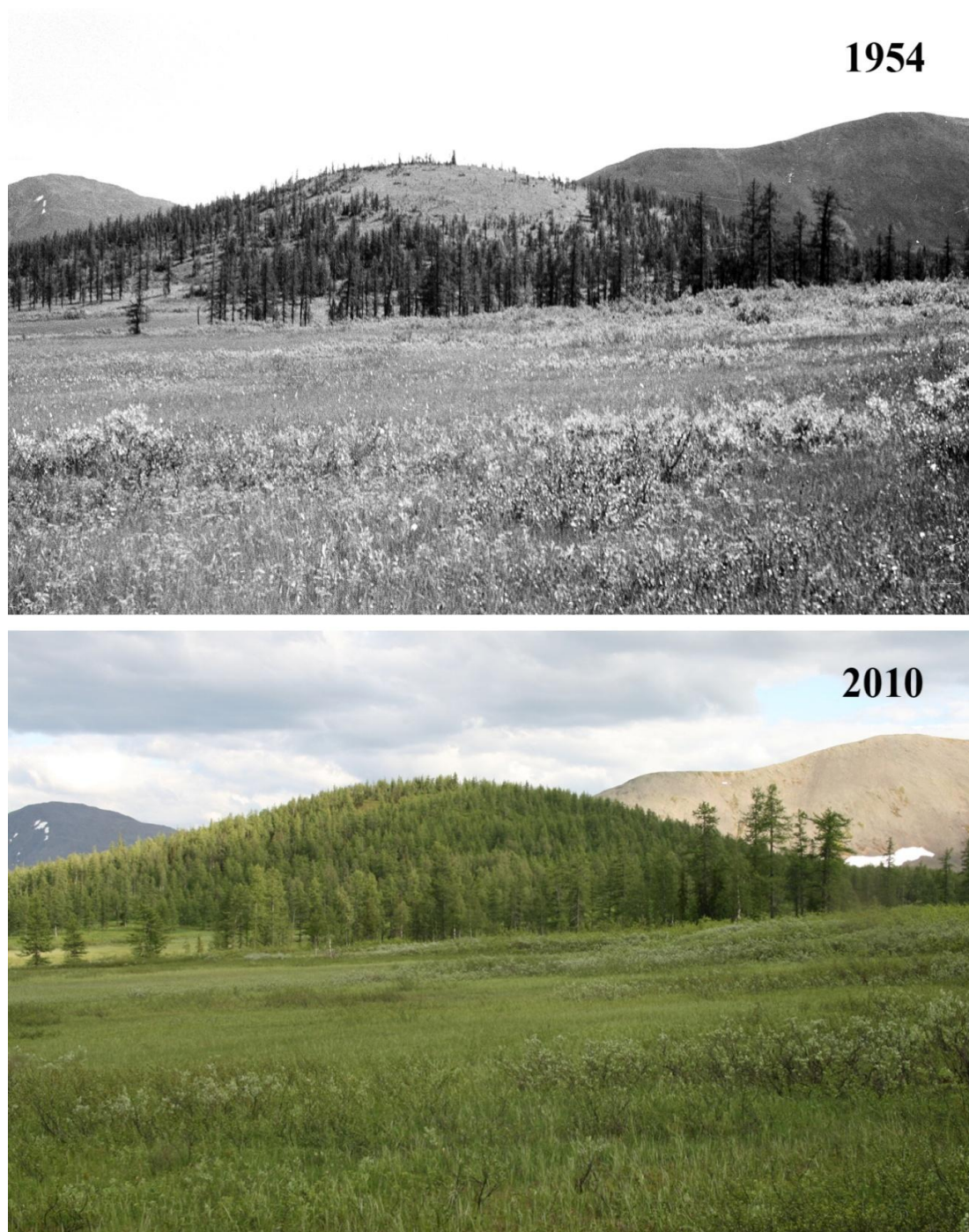


Рис. 1

Рис. 2. Снимок сделан с моренного увала (высота примерно 550 м н.ур.м.) с восточной стороны горного массива Сабля. На заднем плане большим белым пятном выделяется ледник Гофмана, слева – подножие



главной вершины (1497,4 м н.ур.м.). Снимки сделаны в разные месяцы (в 1954 г. – в июле, в 2010 г. – в июне), поэтому на втором снежники занимают большую площадь, чем на первом. Сопоставление изображений на разновременных снимках показывает, что за 56 лет на переднем плане появились крупные одиночные деревья лиственницы (от 6 до 10 м). Заметно увеличились густота и таксационные показатели древостоев на морене справа. По-видимому, данный участок лучше дренирован, а также защищен от воздействия ветров в зимний период и там отлагается большее количество снега.

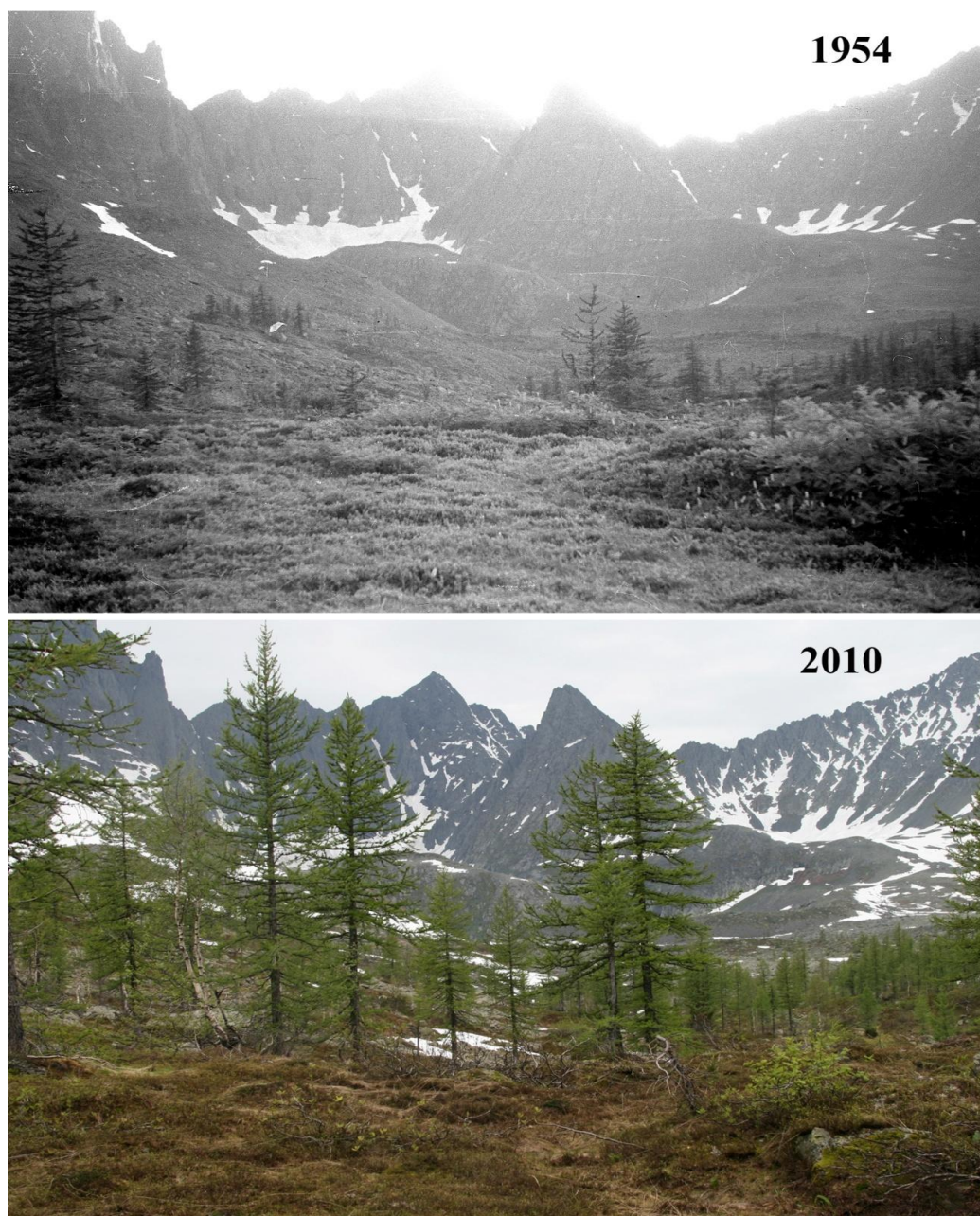


Рис. 2

Рис. 3. Место съемки расположено на некотором расстоянии от западного подножия хр. Сабля в верховьях р. Лунвож-Сыня. На переднем плане



видна ложбина, занятая зарослями ивняка и травянистой растительностью, на заднем – западный склон хр. Сабля. Сравнение разновременных фотоизображений показывает, что за 56 лет верхняя граница древесной растительности заметно продвинулась вверх по склону, а также увеличились густота и сомкнутость лиственничных древостоев, произраставших в 1954 г. у подножия хребта. Причем экспансия леса произошла на более пологих участках, а места расположения снежников остались незаселенными.

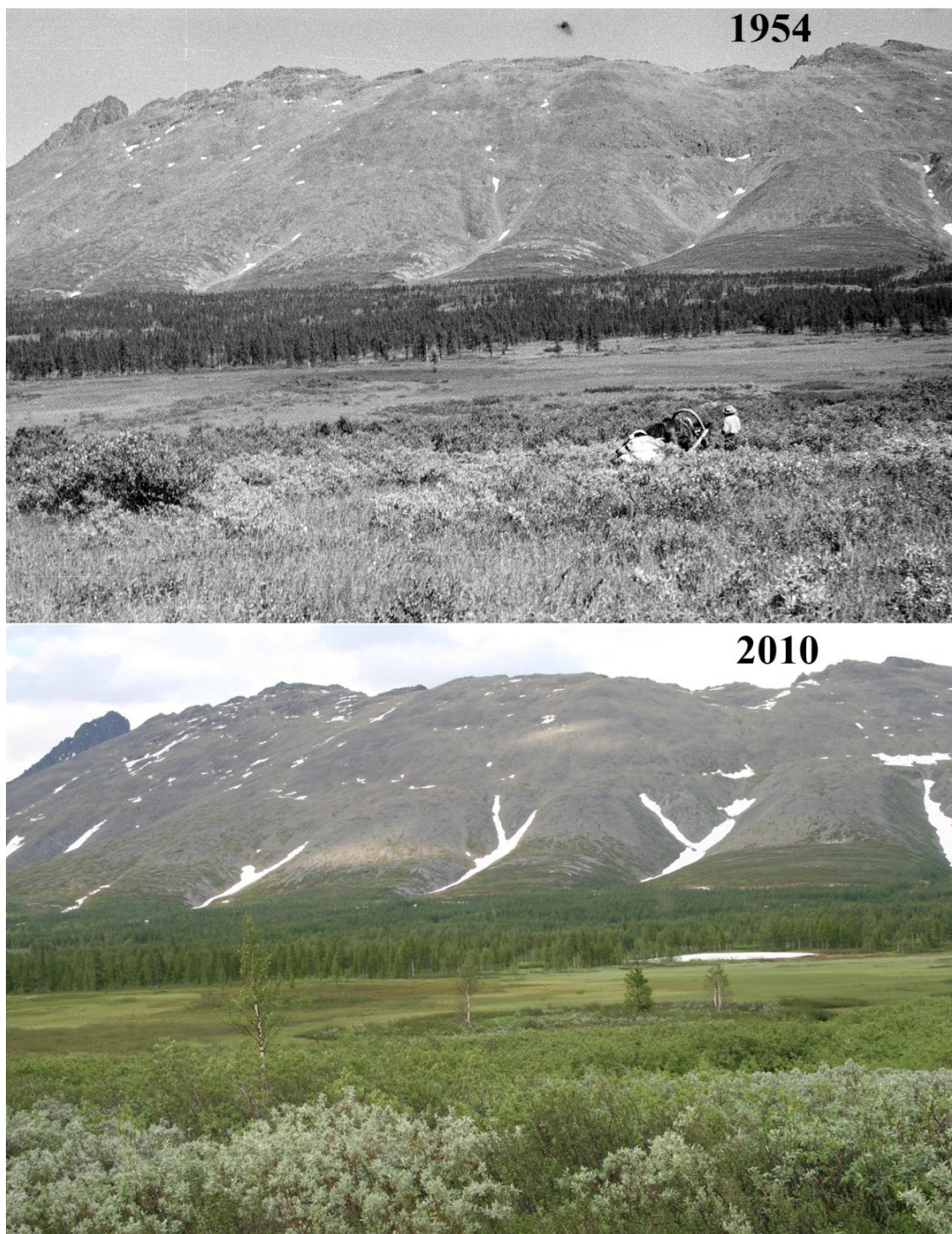


Рис. 3

Анализ данных инструментальных наблюдений на метеостанции Троицко-Печерское (62°,70' с.ш., 56°,20' в.д. – 135 м н.ур.м.) показал, что за последнее столетие произошли существенные изменения как в температурном режиме, так и в количестве атмосферных осадков (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Приземная температура воздуха по данным  
инструментальных наблюдений метеостанции Троицко-Печорское  
за период с 1888 по 2000 гг., °С

Месяц	1888-1920	1961-2000	Различия
Январь	-18,9	-18,3	0,6
Февраль	-15,9	-15,6	0,3
Март	-9,6	-7,3	2,3
Апрель	-0,5	-0,5	0,0
Май	5,7	6,0	0,3
Июнь	12,8	12,9	0,1
Июль	16,0	16,3	0,3
Август	12,8	12,3	-0,5
Сентябрь	6,8	6,7	-0,1
Октябрь	-1,6	-0,8	1,6
Ноябрь	-10,5	-9,3	1,2
Декабрь	-16,7	-14,7	2,0
Летний сезон (июнь-август)	13,9	13,9	0,0
Зимний сезон (ноябрь-март)	-14,3	-13,0	1,3
Средняя годовая	-1,6	-1,0	0,6

Из данных табл. 1 видно, что средняя годовая температура воздуха за исследуемый временной интервал увеличилась на 0,6 °С. Наиболее значительное потепление климата произошло в зимние месяцы (на 1,3 °С). Заметных изменений хода температур в летние месяцы не обнаруживается. Существенно увеличились среднемесячные температуры марта и декабря (2,3 и 2,0 °С соответственно). Показатели остальных месяцев изменились в меньшей степени.

Таблица 2

Количество атмосферных осадков по данным метеостанции  
Троицко-Печерское за период с 1890 по 2000 гг., мм

Месяц	1890-1920	1961-2000	Различия
Январь	26	43	17
Февраль	17	33	15

Окончание табл. 2

Месяц	1890-1920	1961-2000	Различия
Март	19	30	11
Апрель	24	37	13
Май	45	52	7
Июнь	56	63	7
Июль	63	71	8
Август	69	77	8
Сентябрь	59	61	2
Октябрь	45	67	22
Ноябрь	33	54	21
Декабрь	30	48	19
Летний период (июнь-август)	190	211	22
Зимний период (ноябрь-март)	128	208	80
Среднее годовое	493	636	144

Наглядная картина временной динамики изменения средней летней, зимней и годовой приземной температуры воздуха по данным метеорологических наблюдений на анализируемых станциях представлена на рис. 4. Наиболее отчетливо просматривается тенденция увеличения температуры воздуха в холодный период года. Диапазон изменчивости зимних температур по сравнению с летними выше. Средняя годовая температура также повысилась, но в меньшей степени. Увеличения температуры воздуха в летние месяцы не обнаруживается.

Выпадение осадков существенно повысилось в январе (17 мм), октябре (22 мм), ноябре (21 мм) и декабре (19 мм), что в целом отразилось на их количестве в зимний период (80 мм, или 62 %). Количество осадков в летний период выросло всего на 22 мм (см. табл. 2). В целом среднее годовое количество осадков за исследуемый временной интервал увеличилось на 144 мм (29 %).

Более наглядно динамика атмосферных осадков (летних, зимних и годовых) представлена на рис. 5. Выявляется, что за исследуемый временной интервал годовое количество осадков повышается, особенно в зимний период.

В целом можно констатировать, что климат в данном регионе стал более теплым и влажным. Причем наиболее существенное повышение приземной температуры воздуха и количества выпадающих осадков произошло за счет зимних месяцев. Полученные результаты хорошо согласуются с данными других исследователей (Ваганов и др., 1996; Моисеев и др., 2004; Капралов, 2007; Бартыш, 2008; Шалаумова и др., 2010).

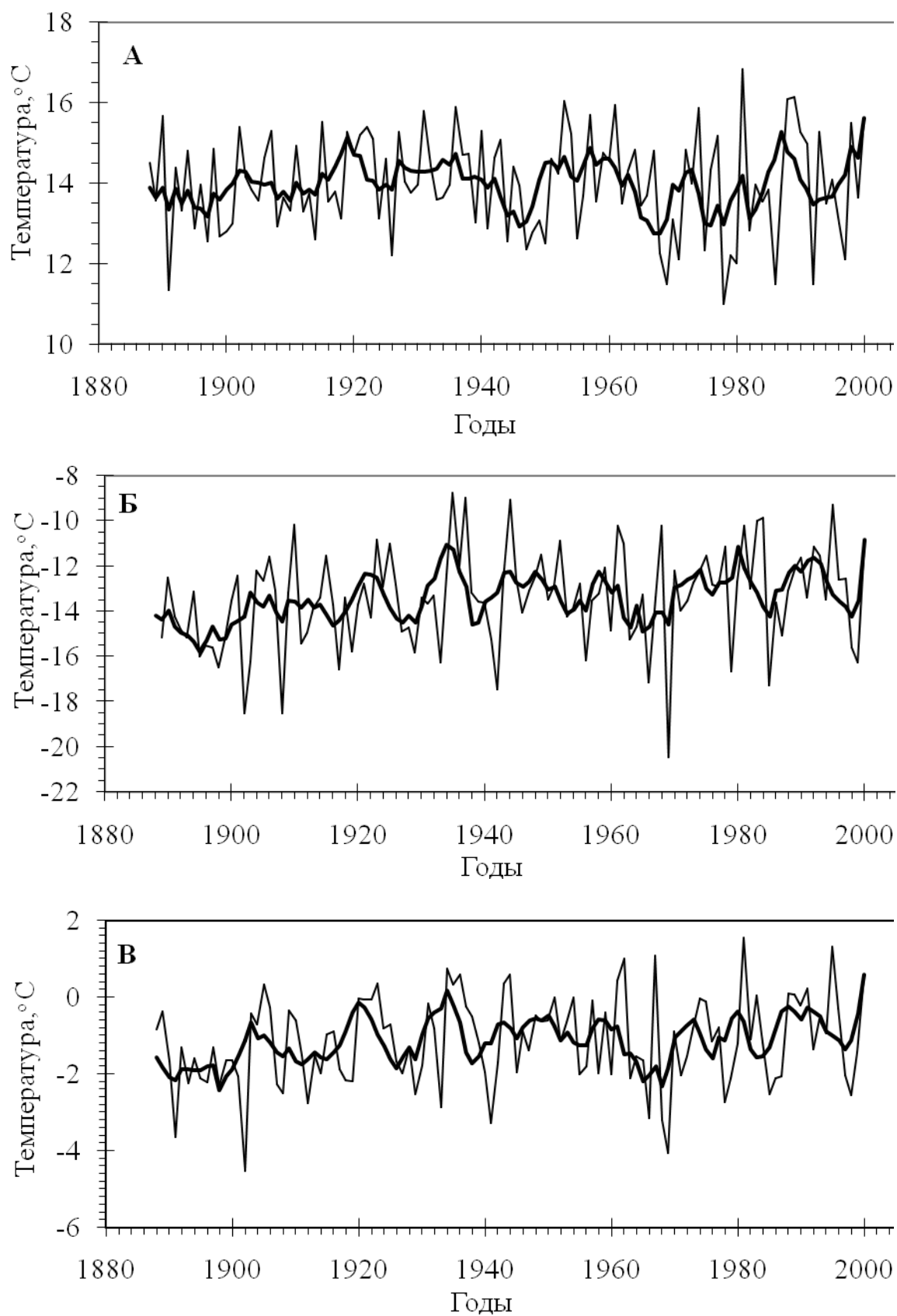


Рис. 4. Температура воздуха по данным метеостанции Троицко-Печерское за период с 1890 по 2000 гг.: А – теплого периода, Б – холодного периода, В – средняя годовая



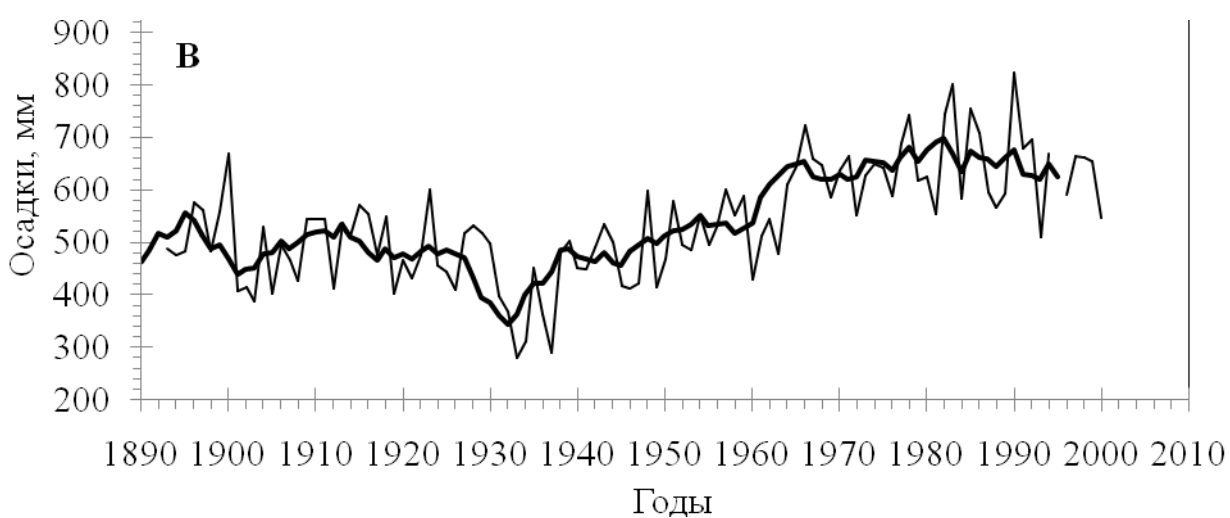
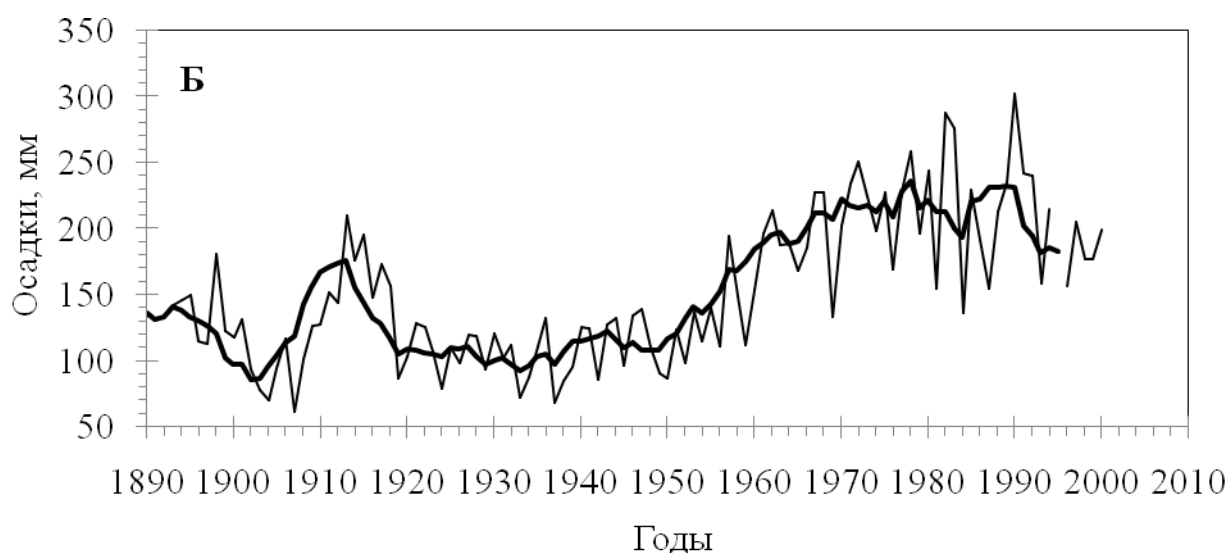
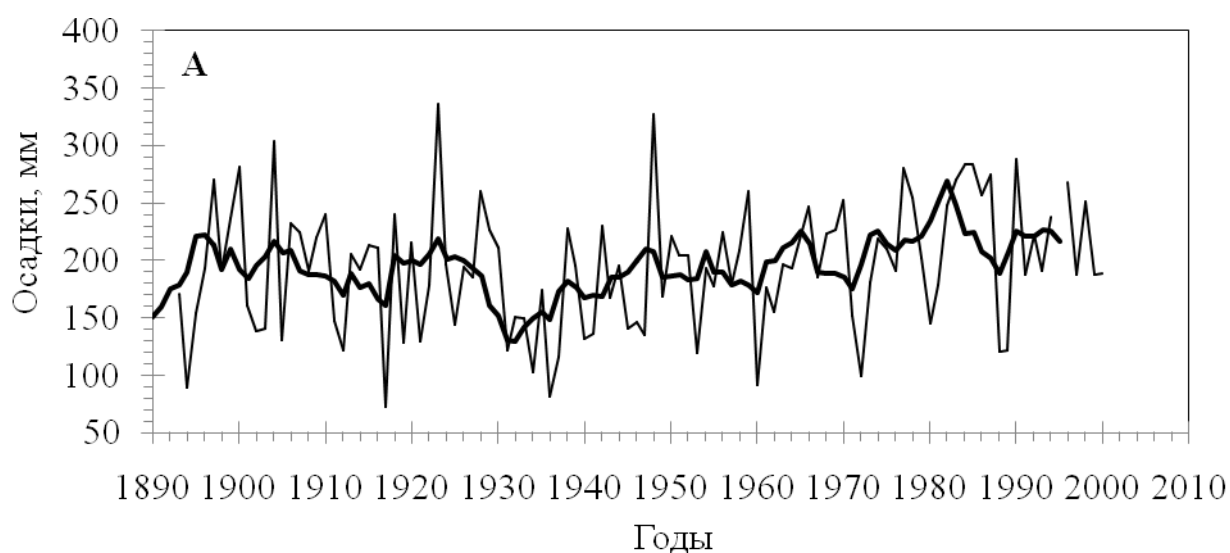


Рис. 5. Сумма годовых атмосферных осадков по данным метеостанции Троицко-Печерское за период с 1890 по 2000 гг.: А – теплого периода, Б – холодного периода, В – среднее годовое

Таким образом, на основе разновременных ландшафтных фотоснимков, сделанных с одних и тех же точек в разное время, выявлено, что за исследуемый временной интервал произошли существенные увеличения густоты, сомкнутости и смещение верхней границы древесной растительности вдоль высотного градиента. Экспансии леса благоприятствовало изменение климата, так как зимы стали теплее и много снежнее.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 08-04-00208-а.

### *Библиографический список*

Батрыш А.А. Закономерности формирования древостоев на верхней границе леса в условиях современного изменения климата (на примере Тылайско-Конжаковско-Серебрянского горного массива): автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Екатеринбург, 2008.

Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазепа В.С. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. Новосибирск: Наука, 1996., 249 с.

Горчаковский П.Л., Шиятов С.Г. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях. М.: Наука, 1985. С. 162-164.

Капралов Д.С. Изучение пространственно-временной динамики верхней границы леса на Северном и Южном Урале: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Екатеринбург, 2007.

Моисеев П.А. и др. Влияние изменений климата на формирование поколений ели сибирской в подгольцовых древостоях Южного Урала // Экология. 2004. № 3. С. 1-9.

Шалаумова Ю.В., Фомин В.В., Капралов Д.С. Пространственно-временная динамика климата на Урале во второй половине XX века // Метеорология и гидрология. 2010. № 2. С. 44-54.

Шиятов С.Г. Динамика древесной и кустарниковой растительности в горах Полярного Урала под влиянием современных изменений климата, Екатеринбург, 2009а. 219 с.

Шиятов С.Г. Опыт использования ландшафтных фотоснимков для изучения динамики древесной растительности в высокогорьях Урала / Матер. регион. с междунар. участием науч. конф., посвящ.памяти П.Л. Горчаковского. Пермь, 2009б. С. 390-394.

